

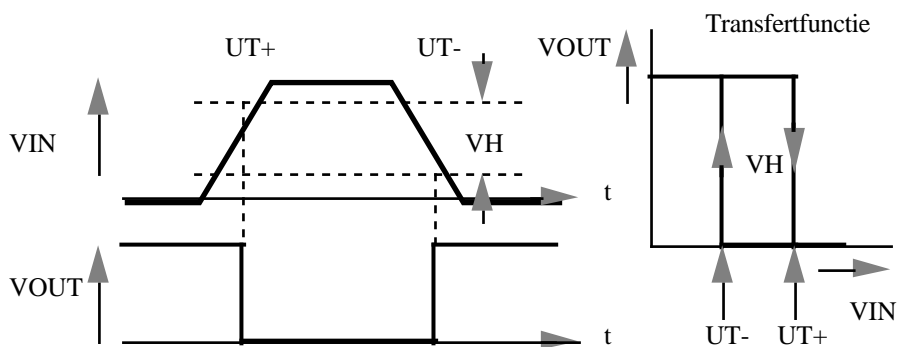
MONOSTABIELE MULTIVIBRATOREN

Schmitt-triggers

Een Schmitt-trigger is een bistabiele multivibrator die omkipt bij twee niveaus (drempelspanningen) U_T^- en U_T^+ . De uitgangsspanning van de IC verandert niet zolang deingangsspanning kleiner blijft dan het drempelniveau U_T^+ (positive going threshold); een verdere stijging van het ingangsniveau heeft geen invloed meer op het uitgangsniveau. Wordt de ingangsspanning verminderd beneden het drempelniveau U_T^- (negative going threshold), dan kipt het uitgangsniveau opnieuw om.

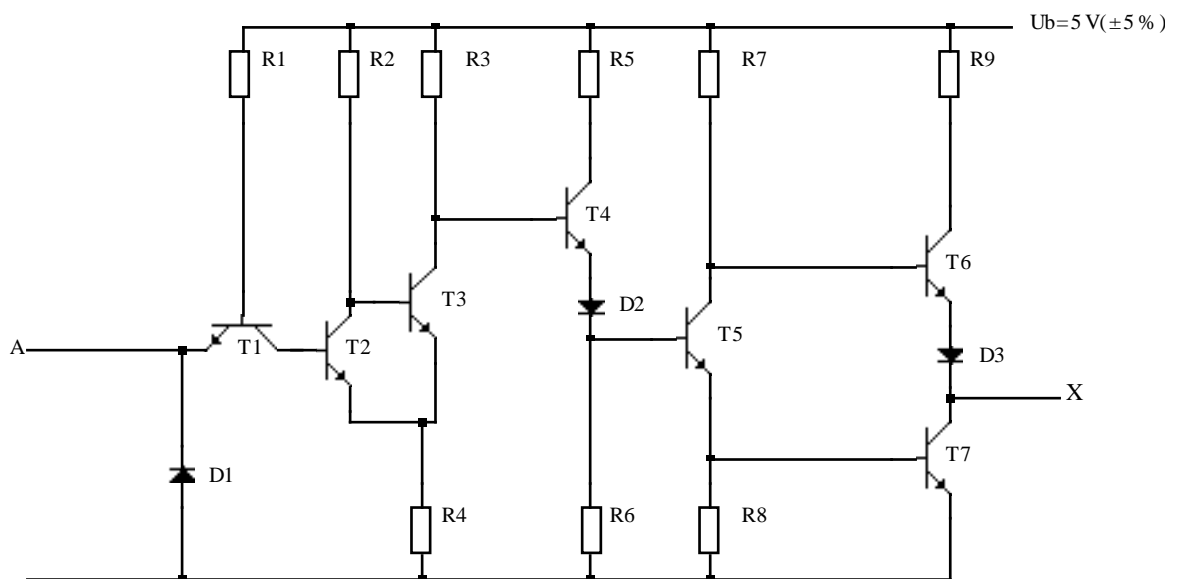
Het niveau tussen de drempels (U_T^+ en U_T^-) noemt men de **hysteresis**.

Dit wordt verduidelijkt in figuur 1.1 die het verloop weergeeft van de uitgangsspanning in functie van de ingangsspanning. Merk wel op dat we hier te doen hebben met een inverterende Schmitt-trigger.



figuur 1.1

Als voorbeeld van praktische uitvoering van een Schmitt-trigger uit de TTL serie kiezen we de 7414. Het schema van figuur 1.2 toont de inwendige uitvoering.



figuur 1.2

De schakeling wordt gevormd door de ingangstrap T1. De transistoren T2 en T3 vormen de eigelijke Schmitt-trigger en T4 - T5 - T6 en T7 vormen een klassieke NEN poort.

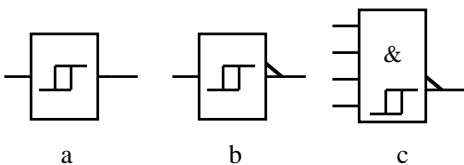
De uitgang van de Schmitt-trigger neemt een logische 0 aan voor alleingangssignalen hoger dan 1,7V (UT+); en een logische 1 voor de ingangssignalen lager dan 0,9V (UT-).

De hysteresis van de Schmitt-trigger bedraagt dus 0,8V.

Door deze typische hysteresislus in de overdracht karakteristiek heeft de ST een veel beter storingsmarge dan de klassieke TTL poorten. Immers, bevindt een ingang zich op het gemiddeld spanningsniveau van 0,2V dan moet de ingangsspanning eerst boven 1,7V stijgen opdat het IC zou schakelen. Dit is een storingsruimte van 1,5V.

Bevindt een ingang zich op het gemiddeld spanningsniveau van 3,3V dan moet de ingangsspanning eerst onder 0,9V dalen opdat het IC zou schakelen. Dit is een storingsruimte van 2,4V. ($3,3V - 0,9V = 2,4V$)

Vandaar dat een ST vooral gebruikt wordt in toepassingen waar de kans groot is dat er zich storingen inplanten op de logische niveaus. Dit is o.a. het geval bij overdracht van digitale signalen over relatief lange afstanden.

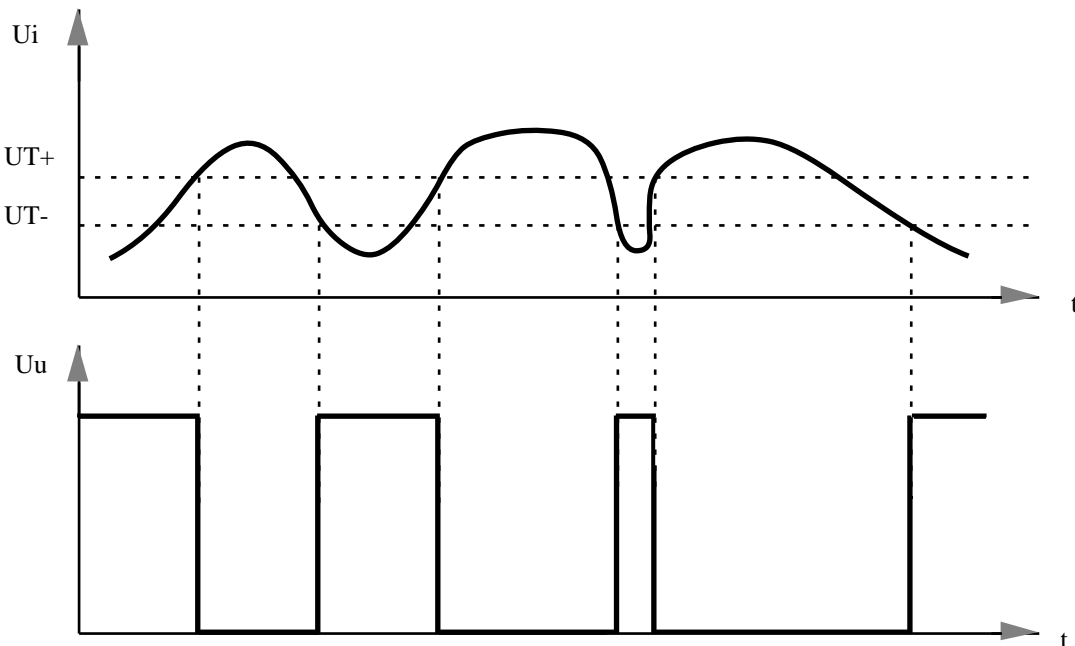


figuur 2.1

Figuur 2.1.a stelt het IEC symbool voor van een z.g. rechte ST. Dit betekent dat de uitgang hoog wordt bij een hoog ingangssignaal.

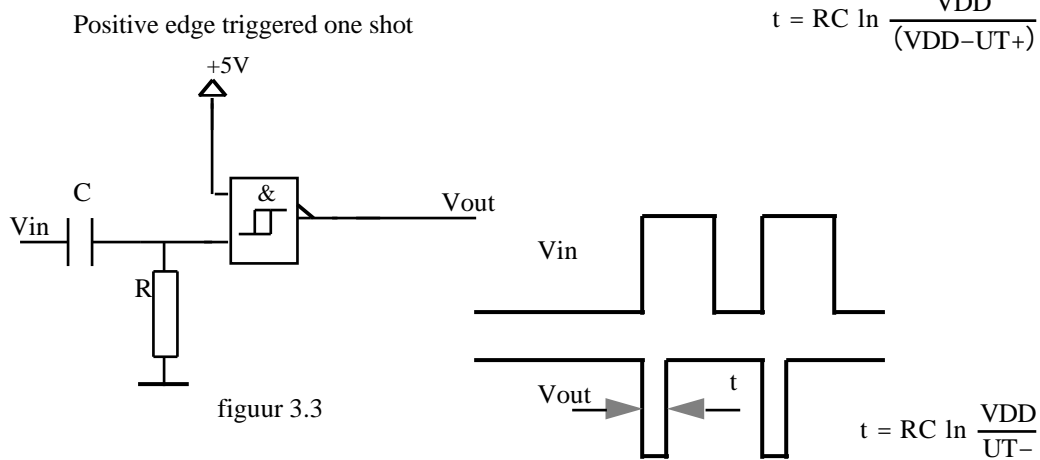
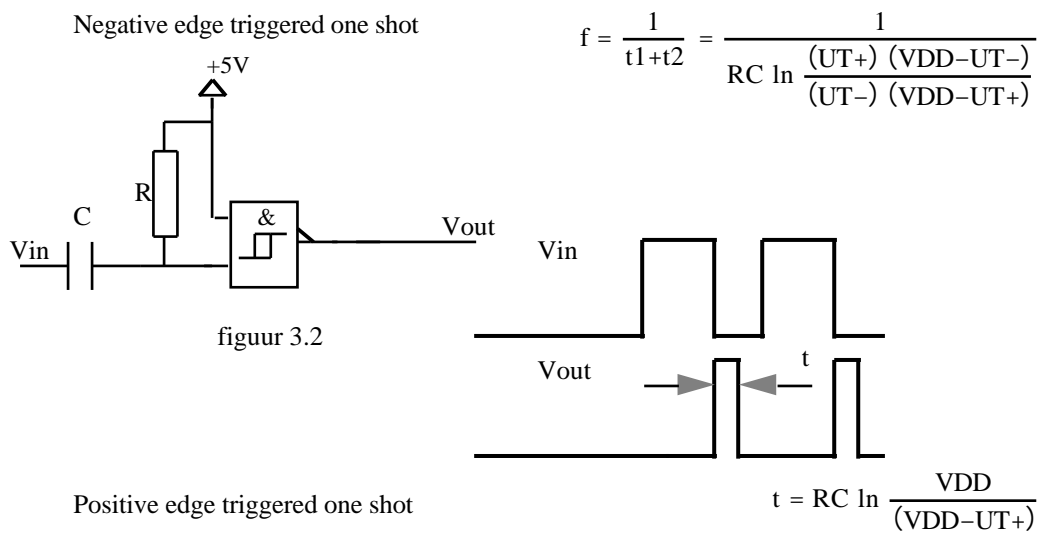
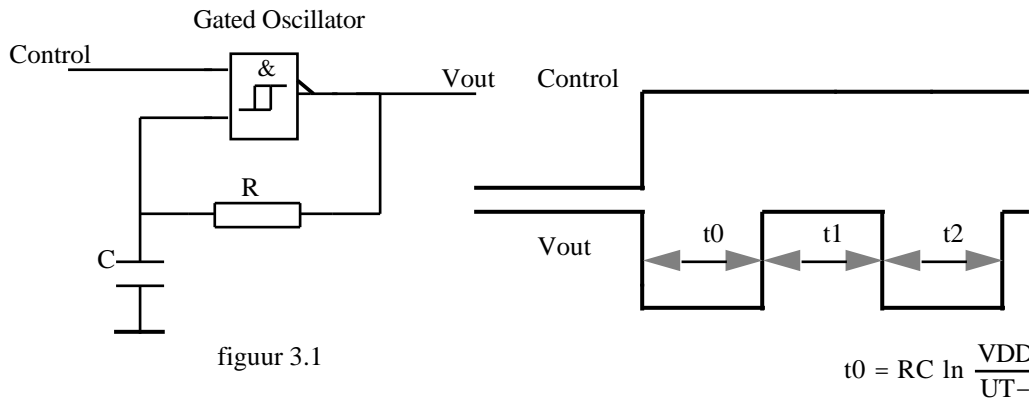
Figuur 2.1.b is het symbool van de z.g. inverterende ST.

Figuur 2.1.c is het symbool van een nandpoort met vier schmitt-trigger-ingangen.



figuur 2.2

Figuur 2.2 illustreert de werking van de ST voor een willekeurig ingangssignaal.



VDD	5,00	10,00	15,00	V	CMOS 4093
UT+	2,70	4,43	6,30	V	MOTOROLA
UT-	1,44	4,05	5,53	V	
VH	0,26	0,38	0,50	V	
UT+	2,90	5,90	8,80	V	RCA
UT-	1,90	3,90	5,80	V	
VH	1,00	2,00	3,00	V	
UT+	3,60	6,80	10,00	V	FAIRCHILD
UT-	1,40	3,20	5,00	V	
VH	2,20	3,60	5,00	V	
UT+	3,30	6,20	9,00	V	NATIONAL
UT-	1,80	4,10	6,30	V	SEMICONDUCTOR
VH	1,50	2,10	2,70	V	

De Schmitt-trigger toegepast als monostabiele - en als astabiele multivibrator

Figuur 3 toont een aantal toepassingen waar de ST. kan gebruikt worden.

De astabiele multivibrator. (figuur 3.1)

Figuur 3.1 toont het schema van een astabiele multivibrator. Hiervoor volstaat een uitwendig aangebracht integratorkring, een RC kring.

Bij het aanleggen van de voedingsspanning is de condensator niet opgeladen.

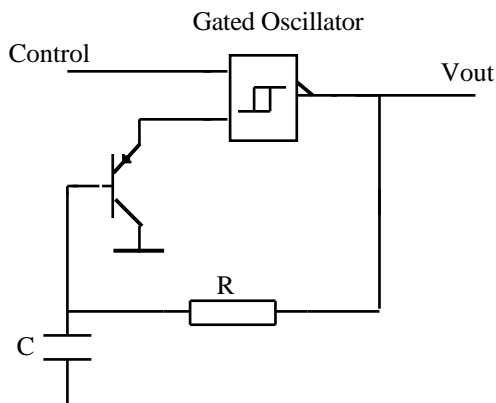
Voor de ingang van de ST. betekent dit een logische 0; de uitgang komt dan op het logische niveau 1. Via de weerstand R laadt de condensator C zich op tot de drempelspanning U_{T+} overschreden wordt. De uitgang van de ST wordt dan laag. Dit heeft tot gevolg dat de condensator zich ontlad tot de drempelspanning U_{T-} bereikt wordt. Hierop schakelt de uitgang terug naar 1, laadt de condensator zich op, enz...

Aan de uitgang van de ST. ontstaat bijgevolg een blokspanning; de sturing zelf bestaat uit een exponentiële golfvormen. De grootteorde van de frequentie ligt tussen 0,1 Hz en 1MHz.

De oscillatorfrequentie kan benaderend berekend worden uit $f = \frac{0,7}{RC}$

Uiteraard is de uitgang direct compatibel voor sturing van andere TTL-poorten.

* Door de toevoeging van een transistor in de C-schakeling kan het gehele systeem bruikbaar gemaakt worden als oscillator voor **zeer lage frequenties** (zie figuur 4.1) (Dit geldt voor TTL-componenten.)



figuur 4.1

In het principiële schema van figuur 3.1 moet de waarde van de weerstand klein gehouden worden. De waarde wordt bepaald door de I_{OL} van de ST (1,6mA). Gezien deze stroom door R vloeit mag de waarde niet te hoog gekozen worden, daar anders het onderste drempelniveau (U_{T-}) niet kan bereikt worden. Bij de 7413 ($U_{T-}=0,9V$) wordt de maximum waarde van de weerstand:

$$R_{max} = \frac{0,9}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 562$$

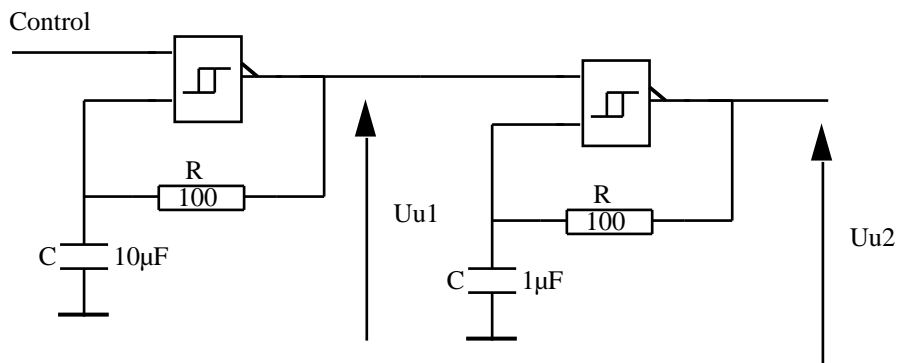
In het schema van figuur 4.1 kan de waarde van de weerstand nu tot 10 k gekozen worden, zodat een relatief kleine condensator volstaat om een AMV te bouwen voor lage frequenties.

Oefening 5.1

Teken het verloop van de spanning over de condensator en V_{out} van de gated oscillator van figuur 3.1.

Oefening 5.2

Bereken de frequentie en teken de uitgangssignalen U_{u1} & U_{u2} voor de schakeling uit figuur 5.1.



figuur 5.1

Oefening 5.3

Teken het verloop van de spanning over de condensator C en V_{out} van de negative edge triggered one shot van figuur 3.2.

Oefening 5.4

Teken het verloop van de spanning over de weerstand R en V_{out} van de positive edge triggered one shot van figuur 3.3.

Monostabiele Multivibrator (one-shot)

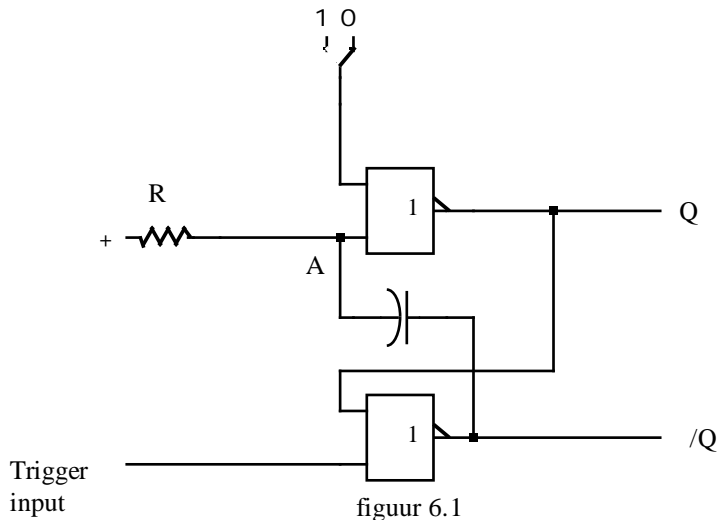
Het doel van monostabiele multivibratoren is het genereren van één enkele uitgangsimpuls, waardoor de duur bepaald kan worden met behulp van een RC- netwerk.

Het gaat hier om een FF. die slechts één stabiele toestand heeft.

In rusttoestand geldt $Q = 0$ en $/Q = 1$.

Een triggerflank aan de ingang zal de FF. doen omkappen.

De monostabiele blijft dan in die toestand gedurende een bepaalde tijd, vastgelegd door de tijdsconstante van hogervernoemde RC kring, waarna hij weer naar de rusttoestand omschakelt. Een mogelijk basisschema is dat van figuur 6.1.



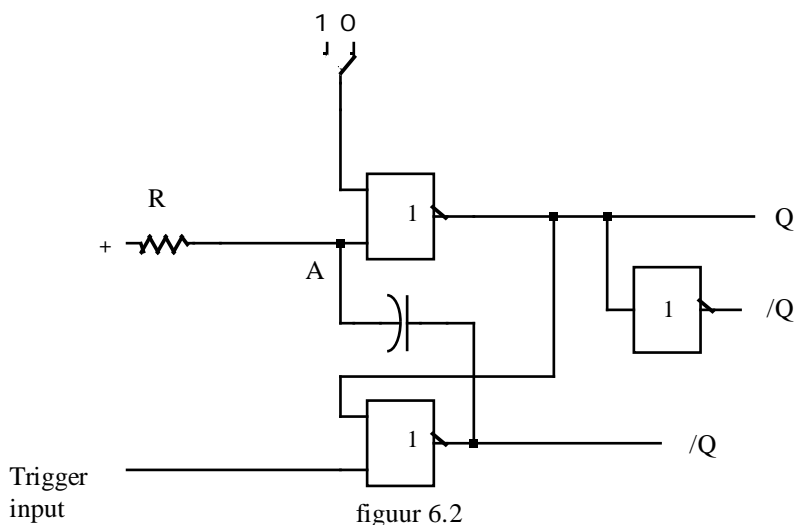
In rusttoestand heeft men een logische 1 niveau in punt A, zodat $Q = 0$.

Vermits de trigger-ingang in rusttoestand ook 0 is geldt dat $/Q = 1$.

Er staat dus geen spanning over de condensator. Als er nu een positieve flank aan de trigger-ingang wordt aangelegd wordt $/Q = 0$ en het punt A dus ook (kapacitieve koppeling doorheen C, omdat er voor C geen spanningsval is en er dus geen lading op staat).

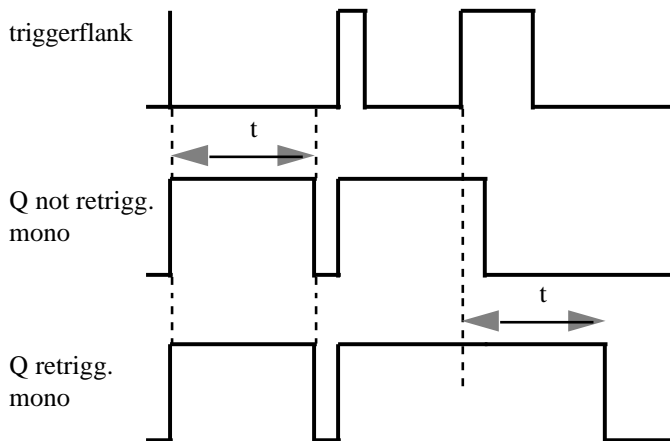
Men bekommt aan de uitgang dus $Q = 1$ en $/Q = 0$.

Nu wordt de condensator echter doorheen R opgeladen, zodat het punt A na een tijdje weer op 1 komt en Q dus weer omschakelt naar 0. Er is echter een nadeel aan dit schema verbonden. Als de trigger-ingang niet weer op 0 gebracht is voordat Q terug op 0 komt, zullen Q en $/Q$ de waarde 0 aannemen, wat niet gewenst is. Dit kan vermeden worden door $/Q$ via een invertor af te leiden, zoals in figuur 6.2.



Uiteraard zijn nog veel andere schema's mogelijk, bijvoorbeeld met NAND-poorten. De componenten R en C worden uitwendig aangebracht en zo bepaald dat men de gewenste impuls lengte bekomt aan de uitgang.

Er zijn echter soorten mono's: niet hertriggerbare en wel hertriggerbare (retriggerable). Bij deze laatste mag men een nieuwe triggerflank aanleggen terwijl de uitgangsimpuls aanwezig is, en vanaf dan start een nieuwe periode. Bij de niet-hertriggerbare mono's heeft een triggerflank in dat geval geen enkele invloed. Dit wordt geïllustreerd in figuur 7.1.



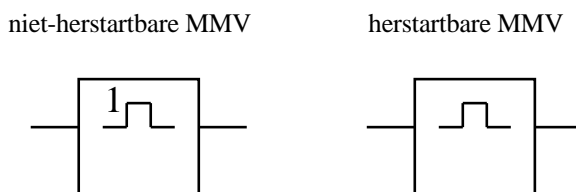
figuur 7.1

Niet hertriggerbare mono's zijn bovendien nog beperkt qua duty-cycle. Na het leveren van een impuls heeft de mono een zekere tijd nodig om weer volledig in de oorspronkelijke rusttoestand terug te keren. Deze beperking wordt in de karakteristieken aangegeven door de maximale duty-cycle van de mono te bepalen. De duty-cycle is de verhouding van de aan-tijd ten overstaan van de aan en af tijd.

$$\text{Duty-cycle} = \frac{T_{aan}}{T_{aan} + T_{af}} * 100$$

Als de maximale duty-cycle wordt overschreden, zal de mono nog wel gestart worden, maar de uitgangsimpulsen zullen niet alle even lang zijn.

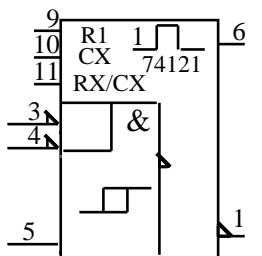
Figuur 7.2 geeft het IEC-symbool van een her-en een niet-hertriggerbare MMV.



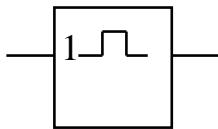
figuur 7.2

De monostabiele multivibrator 74121 & 74122.

De 74121 is een niet-hertriggerbare mono, en de 74122 is een hertriggerbare mono. Figuur 8.1 toont het IEC-symbool van beide componenten.



niet-herstartbare MMV.



figuur 8.1.a

Niet-herstartbare MMV.

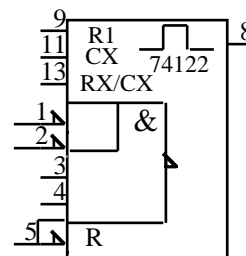
De triggering

Om de MMV te triggeren bestaan er twee mogelijkheden.

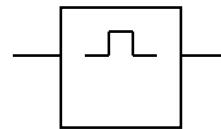
1. Een negatief gaande impuls toepassen op één van de pinnen 3 & 4, terwijl pin 5 hoog is.

2. Een positief gaande impuls toepassen op pin 5, terwijl de pinnen 3 of 4 (of beide) laag zijn.

De ST. aan pin 5 laat toe de MMV. te starten met signalen die een kleine flanksteilheid bezitten (kleiner dan 1V/S).



herstartbare MMV.



figuur 8.1.b

Herstartbare MMV.

De herstartbare monostabiele multivibrator kan zowel bij een hoog als bij een laag niveau getriggerd worden. Bevindt de Q-uitgang zich op een hoog niveau dan zal, iedere keer dat er een triggerimpuls optreedt, de pulsduur ingesteld worden. De uitgangsimpuls verdwijnt dus slechts één impulsduur na het optreden van de laatste triggerimpuls. De werkingfactor is dus onbegrensd. Daarbij bezitten deze multivibratoren een extra reset-ingang.

Pulsduur

Om de tijd van de uitgangsimpuls te bepalen heeft het IC drie aansluitklemmen, de pinnen 9, 10 en 11. Algemeen wordt de condensator aangesloten tussen de pinnen CX en RX/CX met (in geval van een elektrolytische condensator) positieve klem aan de klem RX/CX.

De maximum capaciteitswaarde van de uitwendige condensator bedraagt 1000 μ F. De tijdbepalende weerstand kan op twee manieren gerealiseerd worden:

- Men kan de inwendig geïntegreerde weerstand van 2 k Ω gebruiken. Pin 9 met de naam R1 moet dan met de +5 V verbonden worden.

- Men kan ook uitwendig een weerstand aanbrengen tussen de klem RX/CX en de voedingsspanning. De klem R1 blijft dan open.

De waarde van de weerstand moet gelegen zijn tussen 1,4 en 40 k Ω .

De duur van de opgewekte impuls kan berekend worden uit de formule:

$T_p = 0,69 \times RC$
hierin zijn R en C de uitwendig aangebrachte elementen.

Met behulp van deze formule kunnen we de minimum en de maximum impulsduur berekenen dat de MMV kan leveren.

- Voor de minimum waarden moeten we weten dat de inwendige capaciteit ongeveer 15 pF is.

$T_p = 0,69 \times RC = 0,69 \times 2 \cdot 10^3 \times 15 \cdot 10^{-12} = 20,7$ ns.

- Voor de maximum waarde:

$T_p = 0,69 \times RC = 0,69 \times 40 \cdot 10^3 \times 1000 \cdot 10^{-6} = 27600$ ms

$T_p = 27,6$ s

Door de grote toleranties van weerstanden en condensatoren, en ook van de IC's zelf, kan de berekende duur van de uitgangsimpuls tot 20% verschillen.

Triggering

Triggering van de 74122 kan gebeuren door actief lage signalen op de pinnen 1 & 2, ofwel door actief hoge signalen op de pinnen 3 & 4. De clear ingang zet de Q-uitgang op een laag niveau, onafhankelijk van de triggerimpulsen.

De werking van de triggerimpuls is al reeds weergegeven in figuur 7.1. Merk op dat de reset ingang een hogere prioriteit heeft op de triggeringen.

Pulsduur

Om de duur van de uitgangsimpuls te bepalen zijn bij de 74122 dezelfde klemmen aanwezig als bij de 74121. De inwendig geïntegreerde weerstand is hier 10 k Ω , hij wordt hier gebruikt door pin 9 aan de +5 V te verbinden. De tijdbepalende condensator moet aangesloten worden tussen de pinnen 13 en 11. Een uitwendige weerstand moet tussen pin 13 en +5 V aangesloten worden; pin 9 blijft dan open. De waarde van de uitwendige weerstand moet liggen tussen 5 en 50 k Ω .

De impulsduur (voor C = 1 nF) kan berekend worden met de formule:

$$T_p = 0,32 \times RC \left(1 + \frac{0,7}{R} \right)$$

De tijd wordt gevonden in ns, als de waarde van de weerstand in k Ω en de waarde van de condensator in pF uitgedrukt worden.

De impulsduur voor een capaciteitswaarde die kleiner is dan 1 nF kan gevonden worden in nomogrammen van databoeken.

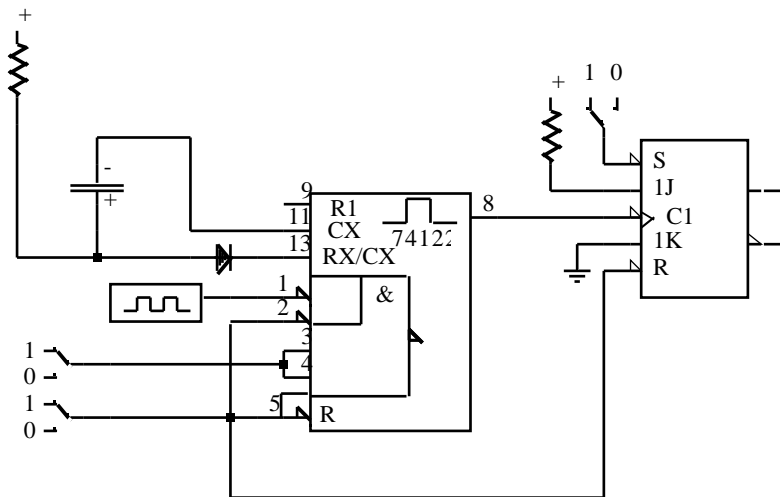
Bij de 74122 mag de hertriggerimpuls niet starten vóór 0,22 \cdot C in (pF) nanoseconden na de voorgaande triggerimpuls.

Symbolische voorstelling.

Het basissymbool van een herstartbare MMV. is weergegeven in figuur 8.1b. Door het feit dat er geen "1" bij de impuls geschreven wordt, weten we dat de werkingfactor onbegrensd is.

Toepassing op de monostabiele multivibrator 74122

Als voorbeeld van toepassing met een monostabiele multivibrator bestuderen we een netbewakings-systeem van figuur 9.1.



Figuur 9.1

Aan de ingangsklem (1) wordt, uit een AMV, een blokgolf aangesloten met een impulsherhalingsfrequentie van 50 Hz. Iedere 20 ms wordt dus een triggerimpuls aan de MMV. gegeven. De duur van de uitgangsimpuls van de herstartbare MMV wordt afgeregeld op een tijd die iest hoger ligt dan 20 ms (bijv. 25 ms). Hierdoor zal de MMV nooit resetten, tenzij één (of meerdere) cyclussen in de netspanning wegvallen.

Bij gebruik van een elektrolytische condensator als tijdbepalend element, moet een extra diode aan-gebracht worden om te verhinderen dat er een inverse spanning optreedt over de condensator. De constante 0,32 (uit de formule van T_p) wordt dan herleid tot 0,28. Voor de uitwendige weerstand van 10 k Ω en een impulsduur van 25 ms wordt de waarde van de condensator:

$$C = \frac{T_p}{0,28 \cdot R \cdot \left(1 + \frac{0,7}{R}\right)}$$

$$C = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{0,28 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,7}{10 \cdot 10^3}} = 8,93 \mu\text{F}$$

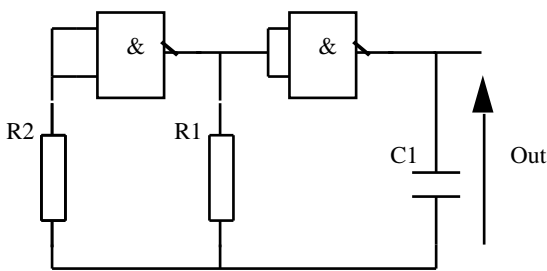
Zodra de uitgang van de MMV laag wordt, wordt de FF. geset. De uitgang van de FF. stuurt dan bijv. een geluidsbron. Dit zal zich voordoen zodra één of meerdere periode uit de netspanning wegvallen.

Het indrukken van de schakelaar S zal de FF. en de MMV. resetten. Wordt de schakelaar weer losge-laten dan wordt de 74122 opnieuw getriggerd en is de normale werking hersteld.

ASTABIELE MULTIVIBRATOREN

Van monostabiele naar astabiele multivibrator is maar een kleine stap. Figuur 3.1 toont een eenvoudige RC-oscillator met een Schmitt-trigger/inverter. De frequentie is afhankelijk van de schakelniveaus. Men moet er rekening mee houden dat deze per fabrikaat verschillen en vaak ook behoorlijke (voedingsspanningsafhankelijke) tolerantie hebben. Echt reproduceerbare frequenties zijn met deze oscillator daarom moeilijk te verkrijgen.

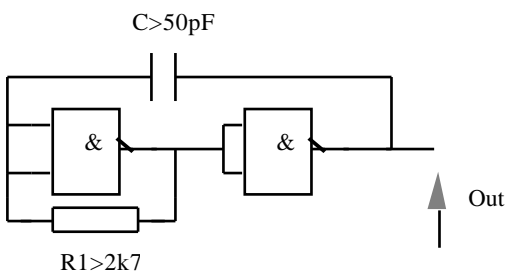
De tweede variant, een RC-oscillator met twee invertoren of Nor's of Nands. De oscillator van figuur 10.1 geeft een veel reproduceerbaardere frequentie, die hoofdzakelijk



figuur 10.1

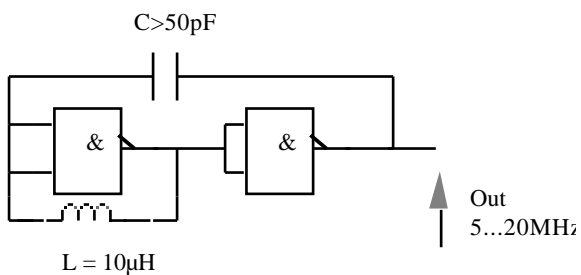
bepaald wordt door R1 en C1, onder voorwaarde dat R2 relatief groot gekozen wordt t.o.v. R1 (faktor 2...10 groter). Deze frequentie is bovendien redelijk voedingsspanningsonafhankelijk.

Nummer drie in de rij is een variant op de voorgaande, waarbij feitelijk R2 gereduceerd is tot 0. Zie figuur 10.2.



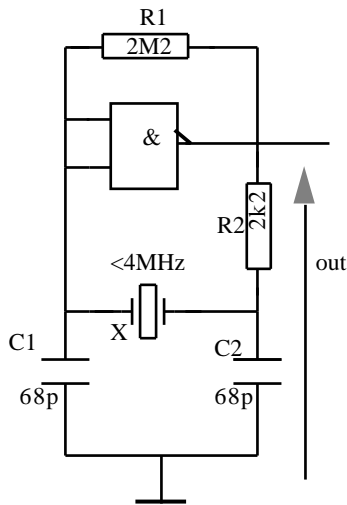
figuur 10.2

Met deze zijn wat hogere frequenties mogelijk, maar er staat een grotere afhankelijkheid van de voedingsspanning tegenover. Voor nog hogere frequenties kan de weestand door een spoel vervangen worden. Zie figuur 10.3.



figuur 10.3

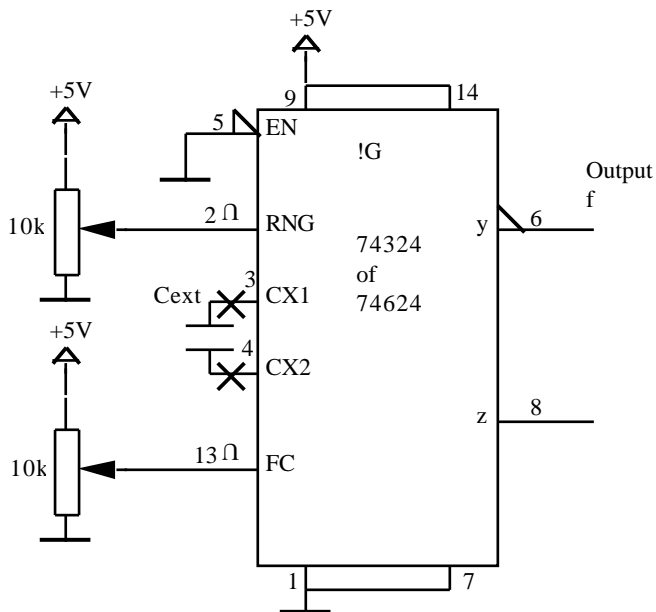
In figuur 11.1 zien we een zogenaamde **Pierce-oscillator**, die een door een kwartskristal gestabiliseerde frequentie levert.



Figuur 11.1

R2 Moet oversturing van het kristal voorkomen als gevolg van de (te) lage uitgangsimpedantie van de HCMOS. Omdat deze weerstand voor extra fase draaiing zorgt, wordt de volgens dit concept maximaal haalbare frequentie beperkt tot 4 MHz.

Figuur 11.2 is een voorbeeld van een **spanning gestuurde oscillator** met de 74324 of de 74624.



figuur 11.2

De ingang RNG kan men de frequentie grof instellen. Met de ingang FC kan men de frequentie fijn instellen.

Voor een betere frequentie-stabiliteit te verkrijgen kan de condensator ook vervangen worden door een kwartskristal. Voor frequenties hoger dan 10MHz is het aan te raden twee onafhankelijke voedingen te nemen.

Oefening 12.1

Maak gebruik van de IC **74121** om een uitgangsimpuls op te wekken van **2 μ s**. Bereken hiervoor de waarde van de uitwendige condensator indien:

1. Gebruik wordt gemaakt van de inwendige weerstand.
2. Een uitwendige weerstand van 10 k Ω gebruikt wordt.

Teken in beide gevallen het schema.

Oefening 12.2

Ontwerp een astabiele multivibrator door twee monostabiele multivibratoren van het type **74121** te gebruiken.

De frequentie moet gelijk zijn aan **10 kHz** en de duty cycle moet gelijk zijn aan **10%**.

1. Maak de berekening door gebruik te maken van de inwendige weerstand van de MMV.
2. Maak de berekening door gebruik te maken van een uitwendige weerstand.

Teken in beide gevallen het schema.

De timer 555.

In figuur 13.1 wordt het blokschema van de 555 voorgesteld. De schakeling is opgebouwd rond twee comparatoren waarvan de uitgangen een SR-FF. sturen. Op de uitgang van de FF. is een ontladtransistor geschakeld. De FF. stuurt ook een eindtrap, en een resistief netwerk.

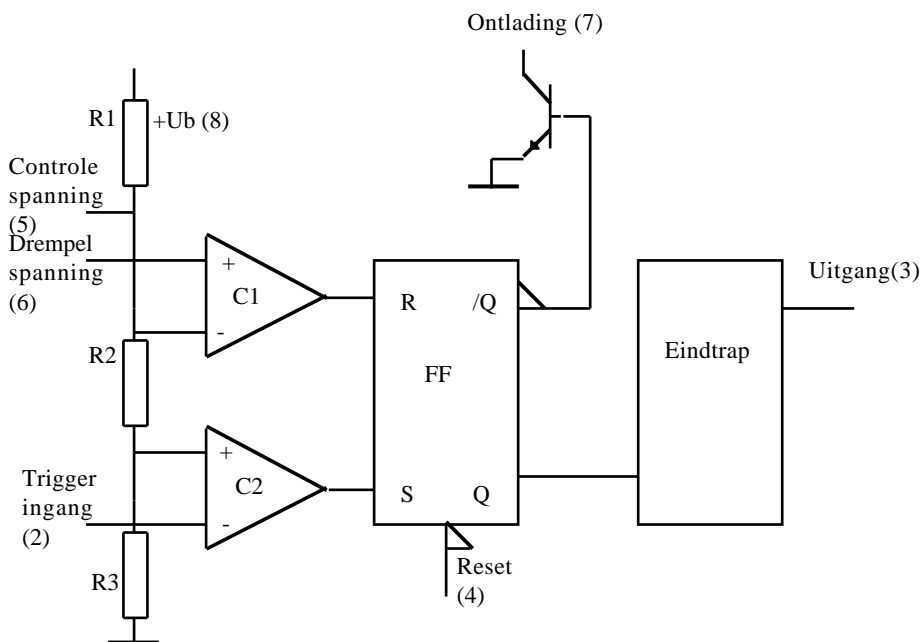
Als de triggerspanning (klem 2) kleiner wordt dan $1/3 U_b$ zal de uitgang van comparator 2 naar een hoog niveau schakelen. Hierdoor wordt de SR-FF. geset ($Q=1$). Door de geheugenwerking van de FF. blijft deze toestand behouden als de triggerspanning wegvalt. Het lage niveau aan de complementaire uitgang $/Q$ brengt de ontladtransistor in gesperde toestand.

Als de drempelspanning (klem 6) groter wordt dan $2/3 U_b$ zal de uitgang van comparator 1 naar een hoog niveau schakelen. De FF. wordt hierdoor gereset ($Q=0$). Uiteraard blijft deze toestand ook behouden bij het wegvallen van de drempelspanning. Het hoog niveau van $/Q$ maakt de ontladtransistor geleidend.

Een actief laag signaal op de reset-ingang brengt de uitgang van de IC op een laag niveau. Door de prioriteit van dit signaal ten opzichte van de andereingangssignalen, kan de werking van de schakeling gedurende welbepaalde tijdsintervallen onderbroken worden.

De werking van de 555 kunnen we als volgt samenvatten:

- De uitgang kan hoog gemaakt worden door een triggersignaal dat lager is dan $1/3 U_b$.
- Deze toestand blijft behouden tot de drempelspanning groter wordt dan $2/3 U_b$.
- Door toepassing van een controlespanning (op klem 5) is het mogelijk willekeurige spanningsniveaus in te stellen.

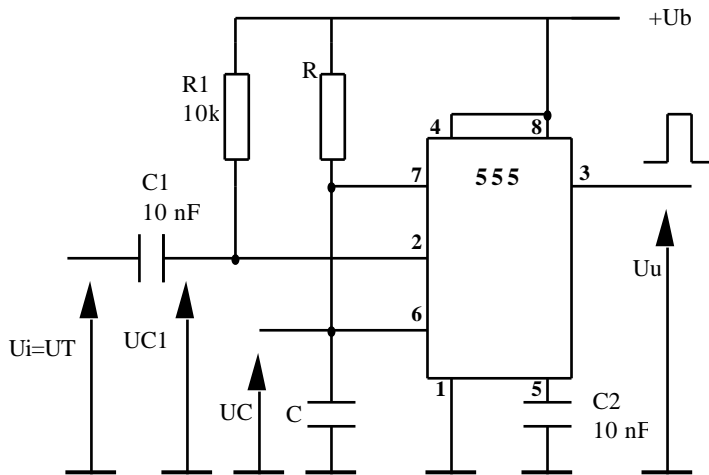


Toepassing op de timer 555

Toepassingsvoorbeelden van de 555 zijn zeer talrijk. We bespreken enkel toepassingen die het meest toepasselijk zijn in digitale technieken.

De MMV met de 555

De basisschakeling van een MMV, die opgebouwd is rond de IC 555 is voorgesteld in figuur 14.1.



figuur 14.1

Zolang er op de triggeringang UT een spanning aanwezig is die hoger is dan $1/3 U_b$, staat de uitgang van de FF., en dus ook de uitgang van de IC, op een laag niveau. De ontladtransistor is dan geleidend. De schakeling bevindt zich in de stabiele toestand.

Door toepassing van een korte negatieve impuls (die lager dan $1/3 U_b$ reikt) aan de triggeringang via C1, wordt de FF. geset. Het uitgangsniveau wordt dan hoog en de transistor spert.

De uitwendig aangebrachte condensator C zal zich nu, via de weerstand R exponentiël opladen tot de drempelspanning ($2/3 U_b$) wordt bereikt. Hierdoor wordt de FF. terug gereset. Dit maakt de ontladtransistor geleidend zodat de condensator vlug ontladen wordt. Dit betekent het einde van de labiele toestand.

De duur van de opgewekte impuls is praktisch gelijk aan de laadtijd van de condensator. Onderstaande vergelijking kan dan geschreven worden:

$$U_C = U_b(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$\frac{2}{3} U_b = U_b(1 - e^{-\frac{T_P}{RC}})$$

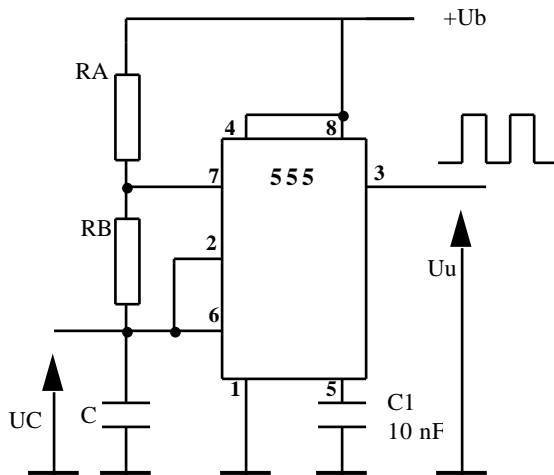
Hieruit kan afgeleid worden:

$$T_P = 1,1 \times RC$$

Gezien de resetingang niet gebruikt wordt, moet hij op een hoog niveau geschakeld worden. De niet gebruikte controlespannings-ingang wordt op dynamisch gebied op aardpotentiaal geschakeld om stoorinducties te verhinderen.

De AMV met de 555

Figuur 15.1 toont een praktisch voorbeeld van een AMV. opgebouwd met de 555.



figuur 15.1

Bij het aanleggen van de voedingsspanning van de schakeling, is C uiteraard ontladen. Hierdoor staat de triggeringang op een laag niveau zodat de FF. geset wordt. De condensator laadt zich op naar de bronspanning toe via de weerstand RA & RB.

Zodra $U_c = 2/3 U_b$ wordt zal de FF. gereset worden. De condensator zal zich nu ontladen via RB, klem 7 en de ontladtransistor naar aardpotentiaal toe. Deze ontlading gaat door tot U_c gelijk wordt aan $1/3 U_b$. Beneden dit niveau wordt de FF. terug geset en zal de condensator zich opnieuw opladen.

Berekeningen tonen aan dat de periodeduur van de opgewekte blokspanning kan berekend worden uit.

$$T_{p1} = 0,693 \times (R_A + R_B)C$$

$$T_{p2} = 0,693 \times R_B.C$$

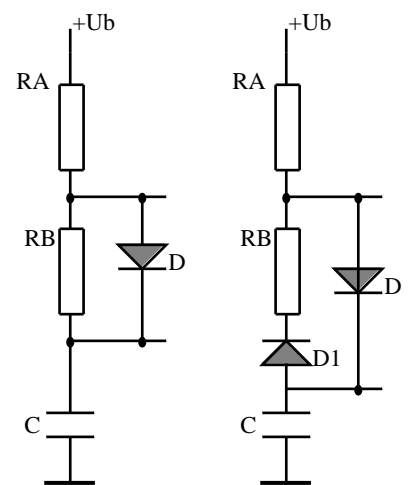
waaruit:

$$T_p = 0,693 \times (R_A + 2R_B)C$$

Uit de formules stellen we vast dat de uitgangsspanning asymmetrisch is. Om een duty-cycle van 50% te bereiken moet RB tot 0 herleid worden in de tijd van de oplading. Dit kan door de weerstand te shunteren met een diode, zoals voorgesteld in figuur 15.2a

De laadstroom voor C vloeit nu uitsluitend door RA en de diode D; de ontladstroom door RB. Is nu $R_A=R_B$ dan wordt de duty-cycle 50%. De schakeling kan nog verbeterd worden door de invloed van de diode te elimineren zoals in figuur 15.1.b. De periodeduur (bij $R_A=R_B=R$) wordt bepaald door de formule $T_p = 0,693 \times 2RC$.

Door aan klem 5 een uitwendige modulatiespanning toe te passen zal U_c variëren tussen $1/3 U_b$ en de modulatiespanning. Op die manier wordt de frequentiemodulatie van de uitgangsspanning gerealiseerd.



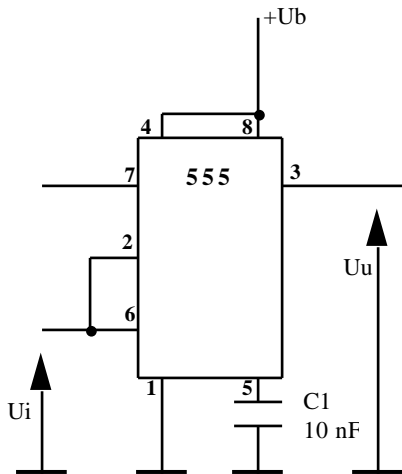
figuur 15.2.a

figuur 15.2.b

De ST met de 555

Figuur 16.1 geeft de basisschakeling van een Schmitt-trigger opgebouwd rond de 555. Het is duidelijk dat de triggerniveaus eenvoudig kunnen ingesteld worden door de controleingang in te stellen of (en) door spanningsdelers toe te passen aan de klemmen 2 en (of) 6.

De schakeling van figuur 16.1 werkt uiteraard met de niveaus $2/3 U_b$ en $1/3 U_b$.



figuur 16.1

Oefening 16.1

Teken van de MMV met de 555 van figuur 14.1 Het verloop van de spanning U_{C1} , U_C en U_u .

- Bereken de duur van de uitgangsimpuls bij de MMV als $R = 22 \text{ k}$ en $C = 0,15 \mu\text{F}$.
- Bereken de waarde van de weerstand bij een MMV om een uitgangsimpuls te bekomen met een tijdsduur van 20 ms. De waarde van de condensator is $1 \mu\text{F}$.

Oefening 16.2

Teken van de AMV met de 555 van figuur 15.1 Het verloop van de spanning U_C en U_u .

Ontwerp een AMV met de 555 die oscilleert op een frequentie van 200 kHz.

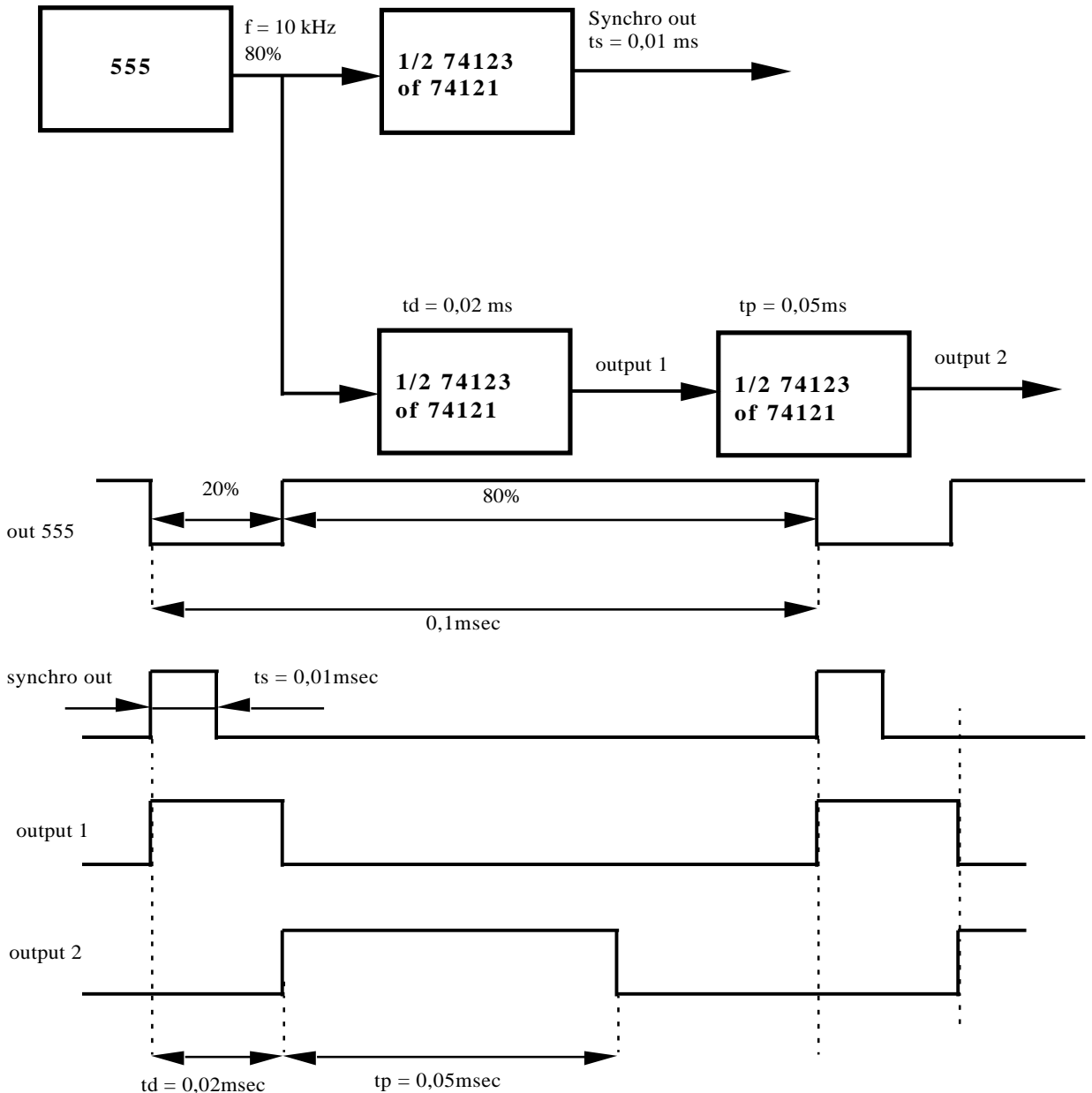
Neem 100 pF als waarde voor de condensator en kies $R_A = R_B$.

Oefening 16.3

Teken van de ST met de 555 van figuur 16.1 Het verloop van de spanning U_i en U_u .

Oefening 17.1

Men wil bijvoorbeeld een **impulsgenerator** hebben die een **instelbare herhaalfrequentie** heeft. Bovendien wil men een **synchronisatie-impuls** (synchro out) die de feitelijke uitgangsimpuls voorafgaat met een instelbare pulsduur. Hierin moeten **ts (synchronisatie-impulsbreedte)**, **td (delay-tijd)**, **tp (uitgangs-impulsbreedte)** en **T (periode van de herhalingsfrequentie)** regelbaar zijn. Om dit te realiseren kan men gebruik maken van een aantal monostabiele multivibratoren; de 74123 of de 74121. Realiseer zo een schakeling met behulp van onderstaand blokschema en timingdiagram.





$$t = RC \ln \frac{VDD}{(VDD-UT+)}$$

$$t = RC \ln \frac{VDD}{UT-}$$

R	C=220pF	VDD (V)	UT+ (V)	UT- (V)	t neg edge	t pos edge
1,00E+04	2,20E-10	5	3	2	2,02E-06	2,02E-06
2,20E+04	2,20E-10	5	3	2	4,43E-06	4,43E-06
3,30E+04	2,20E-10	5	3	2	6,65E-06	6,65E-06
4,70E+04	2,20E-10	5	3	2	9,47E-06	9,47E-06
1,00E+05	2,20E-10	5	3	2	2,02E-05	2,02E-05
2,20E+05	2,20E-10	5	3	2	4,43E-05	4,43E-05
4,70E+05	2,20E-10	5	3	2	9,47E-05	9,47E-05
1,00E+06	2,20E-10	5	3	2	2,02E-04	2,02E-04
R	C=2,2nF	VDD (V)	UT+ (V)	UT- (V)	t neg edge	t pos edge
1,00E+04	2,20E-09	5	3	2	2,02E-05	2,02E-05
2,20E+04	2,20E-09	5	3	2	4,43E-05	4,43E-05
3,30E+04	2,20E-09	5	3	2	6,65E-05	6,65E-05
4,70E+04	2,20E-09	5	3	2	9,47E-05	9,47E-05
1,00E+05	2,20E-09	5	3	2	2,02E-04	2,02E-04
2,20E+05	2,20E-09	5	3	2	4,43E-04	4,43E-04
4,70E+05	2,20E-09	5	3	2	9,47E-04	9,47E-04
1,00E+06	2,20E-09	5	3	2	2,02E-03	2,02E-03
R	C=22nF	VDD (V)	UT+ (V)	UT- (V)	t neg edge	t pos edge
1,00E+04	2,20E-08	5	3	2	2,02E-04	2,02E-04
2,20E+04	2,20E-08	5	3	2	4,43E-04	4,43E-04
3,30E+04	2,20E-08	5	3	2	6,65E-04	6,65E-04
4,70E+04	2,20E-08	5	3	2	9,47E-04	9,47E-04
1,00E+05	2,20E-08	5	3	2	2,02E-03	2,02E-03
2,20E+05	2,20E-08	5	3	2	4,43E-03	4,43E-03
4,70E+05	2,20E-08	5	3	2	9,47E-03	9,47E-03
1,00E+06	2,20E-08	5	3	2	2,02E-02	2,02E-02
R	C=220nF	VDD (V)	UT+ (V)	UT- (V)	t neg edge	t pos edge
1,00E+04	2,20E-07	5	3	2	2,02E-03	2,02E-03
2,20E+04	2,20E-07	5	3	2	4,43E-03	4,43E-03
3,30E+04	2,20E-07	5	3	2	6,65E-03	6,65E-03
4,70E+04	2,20E-07	5	3	2	9,47E-03	9,47E-03
1,00E+05	2,20E-07	5	3	2	2,02E-02	2,02E-02
2,20E+05	2,20E-07	5	3	2	4,43E-02	4,43E-02
4,70E+05	2,20E-07	5	3	2	9,47E-02	9,47E-02
1,00E+06	2,20E-07	5	3	2	2,02E-01	2,02E-01
R	C=2,2µF	VDD (V)	UT+ (V)	UT- (V)	t neg edge	t pos edge
1,00E+04	2,20E-06	5	3	2	2,02E-02	2,02E-02
2,20E+04	2,20E-06	5	3	2	4,43E-02	4,43E-02
3,30E+04	2,20E-06	5	3	2	6,65E-02	6,65E-02
4,70E+04	2,20E-06	5	3	2	9,47E-02	9,47E-02
1,00E+05	2,20E-06	5	3	2	2,02E-01	2,02E-01
2,20E+05	2,20E-06	5	3	2	4,43E-01	4,43E-01
4,70E+05	2,20E-06	5	3	2	9,47E-01	9,47E-01
1,00E+06	2,20E-06	5	3	2	2,02E+00	2,02E+00

Multivibratoren

Inhoud

MONOSTABIELE MULTIVIBRATOREN

Schmitt-triggers

De Schmitt-trigger toegepast als monostabiele- en astabiele multivibrator

De astabiele multivibrator

Monostabiele multivibrator (one-shot)

De monostabiele multivibrator 74121 & 74122

Toepassingen op de monostabiele multivibrator 74122

ASTABIELE MULTIVIBRATOREN

RC-oscillator

Pierce-oscillator

Spanning gestuurde oscillator

De timer 555

Me MMV met de 555

De AMV met de 555

De ST met de 555

Oefeningen